

## Εξαναγκασμένες Ταλαντώσεις και Συντονισμός

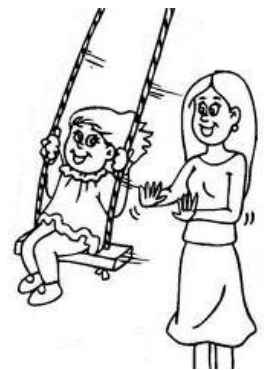
### 1. Εξαναγκασμένη ταλάντωση

Είναι η ταλάντωση που γίνεται υπό την επίδραση μιας εξωτερικής περιοδικής δύναμης. Η περίοδος (ή η συχνότητα) της εξαναγκασμένης ταλάντωσης είναι η ίδια με την περίοδο (ή την συχνότητα) της εξωτερικής δύναμης.

Στην ελεύθερη ταλάντωση απομακρύνουμε τον ταλαντωτή από τη θέση ισορροπίας και όταν τον αφήνουμε ελεύθερο εκτελεί α.α.τ γύρω από αυτή με πλάτος όσο είναι η αρχική απομάκρυνση από τη Θ.Ι. Αν στο σύστημα υπάρχει απώλεια ενέργειας, τότε η ταλάντωση είναι φθίνουσα, δηλαδή το πλάτος της μειώνεται μέχρι να μηδενιστεί.

Για να διατηρήσουμε το πλάτος της ταλάντωσης σταθερό πρέπει να προσθέτουμε ενέργεια στο σύστημα με τη βοήθεια μίας εξωτερικής δύναμης που παράγει έργο πάνω σ' αυτό και έχει την ίδια φορά με τη δύναμη επαναφοράς. Η εξωτερική δύναμη δεν δρα συνέχεια πάνω στο σύστημα αλλά **περιοδικά**.

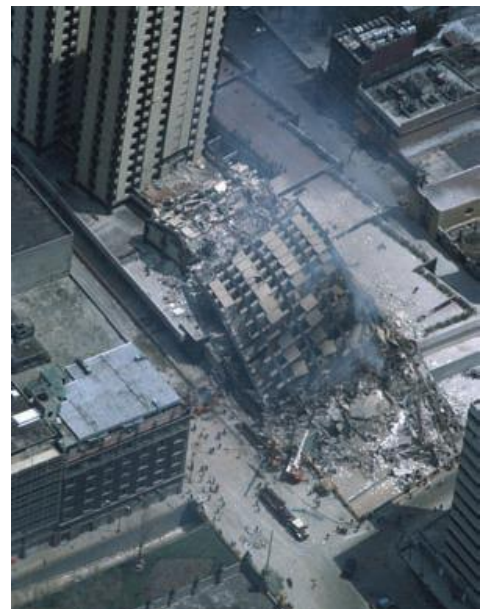
Για παράδειγμα, όταν ένα παιδάκι κάνει κούνια, το σπρώχνουμε **κάθε τόσο** την κατάλληλη στιγμή. Αν η ενέργεια που δίνουμε με το σπρώξιμο στο σύστημα, είναι ίση με την ενέργεια που αυτό χάνει προς το περιβάλλον κάθε περίοδο, τότε κρατάμε το πλάτος της ταλάντωσης σταθερό.



2. Το 1985 ένας σεισμός εντάσεως 8,1 ρίχτερ που έγινε στην ανατολική ακτή του Μεξικού, προκάλεσε πτώση κτιρίων μεσαίου ύψους στην πόλη του Μεξικού που απείχε 400km από την εστία του σεισμού ενώ άφησε άθικτα τα κτίρια μικρού και μεγάλου ύψους.

*Γιατί συνέβηκε αυτό; Γιατί ο σεισμός επηρέασε μόνο κτίρια συγκεκριμένου ύψους και όχι όλα;*

Ο σεισμός είναι η δόνηση του εδάφους που οφείλεται σε σπάσιμο ή μετακίνηση των τεκτονικών πλακών. Αυτές οι δονήσεις μεταφέρουν στην επιφάνεια της γης ενέργεια με κάποια συχνότητα η οποία με τη σειρά της αναγκάζει ό, τι βρίσκεται εκεί να δονείται (ταλαντώνεται) με την ίδια συχνότητα.



### 3. Ιδιοσυχνότητα

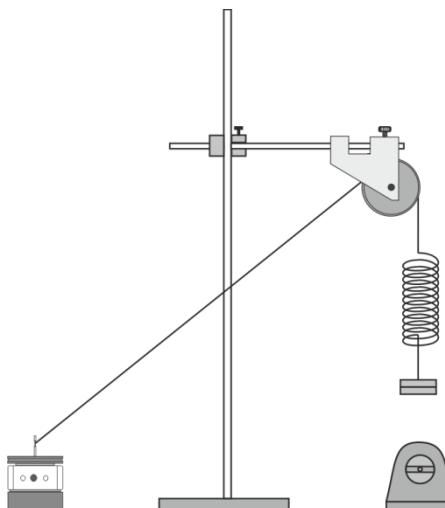
Κάθε φυσικό σύστημα που μπορεί να ταλαντωθεί έχει μια δική του, χαρακτηριστική συχνότητα ταλάντωσης που εξαρτάται από τον τρόπο κατασκευής του.

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{D}{m}}$$

Η σταθερά της ταλάντωσης εξαρτάται από το είδος του ταλαντωτή (π.χ.  $D_{\text{ελατηρίου}}=k$ ,  $D_{\text{εκκρεμούς}}=mg/l$ ).

#### 4. Μελέτη της εξαναγκασμένης ταλάντωσης.

Το ελατήριο της πιο κάτω εικόνας είναι συνδεδεμένο στο ένα άκρο του με μία συσκευή παραγωγής δονήσεων ενώ στο άλλο άκρο του είναι προσαρτημένο ένα βαρύδιο. Κάτω από το βαρύδιο βρίσκεται ένας αισθητήρας κίνησης οποίος μπορεί να καταγράψει την κίνησή του.



Όταν η συσκευή δονήσεων είναι κλειστή, το σύστημα μάζας-ελατηρίου μπορεί να εκτελέσει ελεύθερη ταλάντωση με συχνότητα που δίνεται από τη σχέση

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Όταν όμως η συσκευή δονήσεων βρίσκεται σε λειτουργία, ασκεί μέσω του νήματος μία εξωτερική περιοδική δύναμη στο σύστημα που το αναγκάζει να ταλαντώνεται με τη συχνότητα  $f$  της συσκευής και όχι με την ιδιοσυχνότητα του ( $f_0$ ).

4.1 Υπολογίστε την ιδιοσυχνότητα  $f_0$  του συστήματος (  $k=.....$  ,  $m=.....$  )

4.2 Με κλειστή τη συσκευή δονήσεων να εκτρέψετε τη μάζα από τη θέση ισορροπίας και να την αφήσετε να εκτελέσει α.α.τ. Πατήστε το start από το data studio για να καταγράψετε την ταλάντωση.

Να περιγράψετε την ταλάντωση.

.....

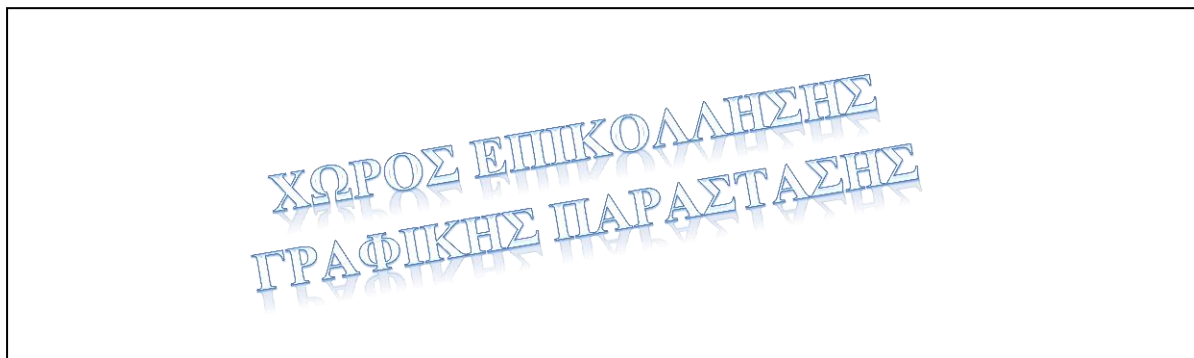
.....

.....

4.3 Καθώς το σύστημα ταλαντώνεται, να θέσετε σε λειτουργία τη συσκευή δονήσεων, αυξάνοντας σταδιακά τη συχνότητά από 0 Hz μέχρι να ξεπεράσετε την τιμή της ιδιοσυχνότητας  $f_0$ .

Για κάθε τιμή της συχνότητας αφήστε το σύστημα να ταλαντωθεί μερικές φορές και μετά προχωρήστε στην επόμενη.

Τυπώστε τη γραφική παράσταση και σχολιάστε την.

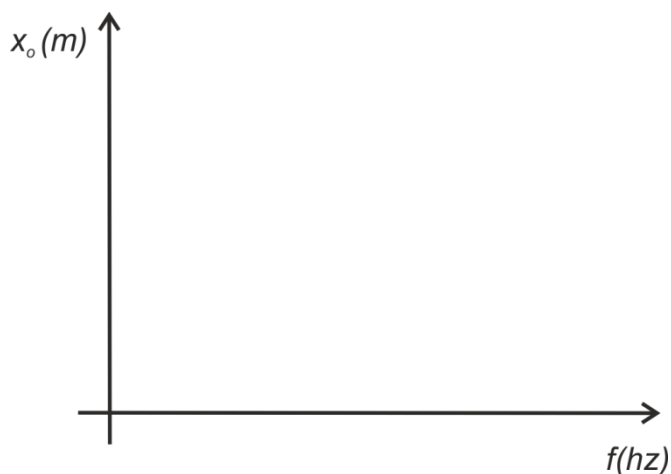


.....

.....

.....

4.4 Να σχεδιάσετε ποιοτικά τη γραφική παράσταση του πλάτους της εξαναγκασμένης ταλάντωσης συναρτήσει της συχνότητας της εξωτερικής δύναμης.



4.5 Στις εξαναγκασμένες ταλαντώσεις το σύστημα ταλαντώνεται λόγω της μεταφοράς ενέργειας σ' αυτό από την εξωτερική δύναμη. Με βάση τη γραφική παράσταση της παραγράφου 4.4, πότε μεταφέρεται περισσότερη ενέργεια στο σύστημα;

.....

.....

.....

4.6 Όταν υπάρχει βέλτιστη μεταφορά ενέργειας από την εξωτερική δύναμη στο σύστημα, συμβαίνει συντονισμός.

Υπό **ποιες προϋποθέσεις** συμβαίνει συντονισμός και ποιο είναι το αποτέλεσμα του;

.....

.....

.....

Ορισμός του συντονισμού:

.....
.....
.....

5. Απαντήστε το ερώτημα της παραγράφου 2.

.....

.....

.....

.....

6. Να αναφέρετε μερικά παραδείγματα συντονισμού.

.....

.....

.....

.....